

基于电影产业链分工的城市跨尺度网络 功能分化及关联效应演变

关皓明^{1,2}, 张雪莹³, 浩飞龙^{1,2}, 冯章献^{1,2}

(1. 东北师范大学地理科学学院, 长春 130024; 2. 东北师范大学长白山地理过程与生态安全教育部
重点实验室, 长春 130024; 3. 武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

摘要: 探究城市在跨尺度网络中的功能地位及关联效应, 对于提升城市功能具有重要启示意义。选取2003—2019年占中国电影总票房75%以上的中国电影为样本, 基于电影产业链出品、制作、发行环节分工, 辨识城市在地方、全国、全球多尺度网络中的功能分化, 探究不同功能类型城市跨尺度网络功能关联效应演变。研究发现: ① 城市在多尺度产业链联系网络中的功能分化明显, 呈现出多样化核心型、多样化枢纽型、多样化节点型、复合化节点型和单一化边缘型5种类型。② 城市跨尺度网络功能之间具有动态关联效应, 且存在城市功能类型分异和产业链环节分异, 尺度功能完备和产业链功能多样的城市比功能较为单一的城市更显著。③ 多样化核心&枢纽型城市在各环节均具有显著的关联效应, 显著性和关联强度因不同环节的网络结构和外部性大小而具有差异。金融驱动下的出品环节是多样化节点型和复合化节点型城市通过网络外部性逐渐获得提高企业集中水平这一有限效益的主要渠道, 而较弱的企业集中水平和城市内产业链互动未能促进其融入对外联系网络。尺度功能和产业链功能单一且发育水平较低的单一化边缘型城市尚未表现出显著的关联效应。

关键词: 跨尺度关联; 城市功能分化; 城市网络; 电影产业链; 演变

DOI: 10.11821/dlxb202310004

1 引言

随着交通、信息通讯技术和全球化的快速发展, 多种流要素在地方、全国、全球等尺度进行着大规模广泛流动, 跨越不同尺度的城市被紧密联系在一起, 推动了城市网络这一新型空间组织结构的形成^[1]。城市与不同尺度区域内其他城市之间的多元流要素联系促使城市形成并发挥着地方、全国、全球等多尺度网络功能^[2], 深刻影响着城市功能的发展演变^[3]。作为区域空间结构的主体形态, 地方、全国、全球层级嵌套的多尺度城市网络共同支撑以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的空间格局^[4], 对于助力城市找准新功能定位, 实现区域协调高质量发展具有重要意义。

当前城市“网络化”研究范式成为主流^[5], 城市功能研究也从规模属性导向转变为网络联系导向, 企业组织^[6]、交通流^[7]、信息流^[8]、创新合作^[9]等多元数据已被广泛用于刻画

收稿日期: 2022-08-15; 修订日期: 2023-07-12

基金项目: 国家自然科学基金项目(42001117, 42071219); 中央高校基本科研业务费专项资金(2412020FZ001) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.42001117, No.42071219; The Fundamental Research Funds for the Central Universities, No.2412020FZ001]

作者简介: 关皓明(1988-), 男, 辽宁沈阳人, 副教授, 硕导, 主要从事城市与区域发展、区域经济韧性研究。

E-mail: guanhm410@nenu.edu.cn

通讯作者: 冯章献(1982-), 男, 安徽合肥人, 副教授, 博导, 主要从事城市与区域发展、收缩城市、城市网络等研究。

E-mail: fengzx092@nenu.edu.cn

城市空间结构,进而映射城市在不同类型、不同尺度网络中的功能和地位^[10]。随着联系数据及研究尺度的拓展,学者们意识到不同联系数据下的城市网络功能并不相同^[11-12],同一联系数据下不同空间尺度的城市网络功能也存在差异^[13-14]。不同尺度网络功能之间并非完全独立而是存在互动关联效应^[2, 15],跨尺度网络功能联系逐渐成为城市网络研究的新方向^[15-16],但目前相关研究多探讨城市在单一尺度或多尺度网络中的功能地位,有关城市跨地方、全国、全球等多尺度网络功能关联演变的研究却存在明显不足。

企业网络常被认为是驱动城市网络形成和演变最重要的活动主体^[5]。目前企业视角下的城市网络研究主要基于涵盖多种行业的或围绕具有独特价值的某一特定行业的企业内部部门组织数据开展^[10, 12],后者愈加受到重视并拓展至制造业、物流、金融等多个行业^[12],但较少关注文化产业。扩大内需是双循环发展格局的战略基点,其中文化消费具有很大的增长潜能,有助于消费升级。电影作为文化消费的重要形式,同时也是文化合作开放的主要载体,有利于提升国内大循环效率和水平,更好联通国内市场和国际市场。另外,企业间基于功能合作互补的产业链分工协作关系日益紧密,相比企业内部联系更具有普遍意义。电影产业作为最具活力的文化创意产业^[17],拥有成熟的多尺度网络化生产组织方式,基于临时项目的大规模产业链分工联系正在成为塑造多尺度城市网络的重要力量^[18-20]。

总体来看,以电影产业为代表的文化产业,为基于产业链分工的企业间联系探究城市跨尺度网络功能关联提供了良好的切入点。基于产业链分工的城市跨尺度网络功能反映了城市内部集聚互动能力及其在不同尺度的对外联系能力。因此,本文将基于电影产业链分工,辨识城市在地方、全国、全球多尺度网络中的功能分化,并在城市功能演变过程中,重点探究跨尺度功能关联效应演变,明晰城市内部集聚互动能力与城市在不同尺度的对外联系能力之间的动态相互作用关系。研究结果有助于认知多尺度城市网络的空间组织规律,能够为城市提升本地集聚能力以及对外建立多尺度分工协作提供指导建议,助力城市在多尺度区域中的“地位转型”^[21]。

2 文献综述与研究思路

2.1 城市跨尺度网络功能内涵与类型划分

随着全球化的推进和劳动分工的深化,城市间经济社会联系愈加密切,表现为人员、产品、资本、信息等要素在不同空间尺度的交换与交流,城市功能逐渐由腹地范围拓展至全国和全球尺度^[2]。城市空间结构也由垂直化的规模层级分布向网络化的功能体系转变。在此背景下,“世界城市”假说^[22]、“全球城市”概念^[23]被相继提出,基于属性视角分别强调城市的世界资本支配和控制功能、高级生产性服务业集聚的全球资本服务功能。Castells提出的“流空间”理论^[24]以及Taylor提出的连锁网络模型基于网络联系视角进一步推动了城市网络实证研究的开展^[1, 10]。网络联系的本质为城市功能联系^[3, 5],多尺度是其重要特征,即人、物质、信息等复杂多样的流要素作为城市功能要素(制造、物流、贸易、金融等)的联系载体^[3],以交通和信息通讯设施为联系通道,通过不同尺度下的城际流动来实现城市功能间的交互联通。网络社会中的城市功能不再局限于其本身的属性要素,城市在多尺度网络联系中的地位与角色愈加深刻地影响着其跨尺度功能的形成与演变^[3, 25]。城市的跨尺度网络功能可理解为,城市在层级嵌套的多尺度网络中对不同类型流要素的集聚、扩散、流通和控制能力^[25-27]。其中地方功能体现了城市内部集聚和互动能力,全国和全球功能体现了城市在不同尺度的辐射影响力和竞争优势。因此,研究跨尺

度功能关联有助于探清城市内部互动能力与城市在不同尺度对外联系能力之间的相互作用^[2], 更好地认知多尺度城市网络组织规律。

城市在不同类型和不同尺度网络中均存在功能分异。已有研究在单一或多个尺度下基于不同视角进行了城市网络功能类型划分。① 全国尺度下基于价值链功能分工进行公司总部、商务服务、研究开发、传统制造、现代制造、物流仓储和批发零售等城市类型划分^[28]; 全国或省域尺度下基于转变中心性和转变控制力进行典型城市、枢纽城市、门户城市和边缘城市划分^[21, 26]; 区域尺度下基于多元流要素联系进行城市功能定位^[29]。② 全国和区域尺度下基于区域内外网络联系的参与程度进行枢纽城市、普通城市、门户城市和边缘城市划分^[27]; 全国和全球尺度下分析城市参与国内国际双循环及承担中介节点的职能分异^[30]; 城市、省域、跨省城市群和全国尺度下, 基于基本功能与非基本功能优势程度进行综合功能发展型、基本功能均衡发展型和单一基本功能发展型划分^[2]。

2.2 跨尺度网络功能关联效应与作用机制

学术界不乏对城市跨尺度功能联系的讨论。Sassen等认为随着世界城市间的联系增强, 它们与国家城市体系的联系将减弱^[23]。“本地蜂鸣与全球管道”(Local Buzz and Global Pipeline)模型认为集群的内部互动和对外联系相辅相成^[31], 共同促进了集群知识创造, 实证研究中也拓展至城市和区域尺度^[32]。网络外部性(Network Externalities)理论及其实证研究则强调不同尺度的网络联系对于城市经济增长、创新水平、企业生产率等存在正向或负向的外部效应^[33-34]。在此基础上, 城市跨尺度网络功能关联的实证研究逐渐显现。网络构建方面, 企业在区域分工协作中占据核心地位, 是城市跨尺度网络功能关联中最重要的行为主体。已有研究多基于企业内部组织关系构建多尺度功能联系网络。根据关联主体可将研究内容分为两种: ① 城市内部功能联系与城市对外功能联系之间的关联^[2, 15]。主要发现城市内部企业互动和城市在全球网络中的对外联系之间具有相互促进作用; 城市/城市群自我经济集聚能力与其对外辐射带动功能之间存在紧密的正向关系^[2]。② 不同尺度城市对外功能联系之间的关联。长三角地区“区域—全国—全球”城市网络功能联系之间动态相互作用的案例研究^[35], 发现在网络外部性的作用下, 城市在长三角地区内部的功能联系增强有助于提升其在全国和全球功能联系中的地位, 全国和全球功能联系之间能够相互促进。此外, 学者们也发现跨尺度功能关联效应应具有空间异质性^[35]、动态演变性^[35]和功能类型差异^[2], 具有多尺度功能优势的城市比功能单一的城市更显著和密切。

在已有研究基础上, 结合网络外部性、“本地蜂鸣与全球管道”和集聚效应理论, 本文尝试阐述城市内部(地方功能)和城市对外(全国功能、全球功能)网络功能联系之间关联效应的形成机制。其中地方尺度网络功能联系同时具有企业集中和在其基础上的企业间互动两种效应^[36], 二者共同反映了城市内部集聚能力^[15]。因此, 本文也同时阐述企业集中与地方功能联系之间、企业集中与全国和全球功能联系之间的关联机制。① 企业集中与地方功能联系。企业集中一方面为企业间互动提供规模基础, 另一方面地理邻近下的集聚优势能够降低交易成本^[37], 促进信任关系的建立和隐性知识的交流传播^[38], 增加企业间合作机会, 有助于提高城市内集聚互动能力。城市内互动是“本地蜂鸣”的重要体现, 蜂鸣能够促进知识流动和创新产生^[31-32], 增强城市的企业吸引力, 有助于企业集中。② 企业集中与全国、全球功能联系。企业集中增加了管道建立的机会^[31], 有助于城市融入全国和全球联系网络。全国和全球功能联系通过网络外部性和“声誉溢出”(Reputational Spill-overs)^[39]效应影响企业集中。一方面, 全国和全球网络外部性可以使城市依托协同效应和规模借用效应享受知识、技术和创新的空间溢出^[37-38, 40], 有助于提高

城市在网络中的竞争优势^[33],促进企业集中。另一方面,通过网络传递的“声誉溢出”^[39],城市在全国和全球网络中较强的联系能力可以向网络中其他城市传递可达性优势,能够增加企业集中的机会。③ 地方功能联系与全国、全球功能联系。蜂鸣强度的提高会增加对管道建立的需求^[31-32],也可以促进外部知识在城市内的扩散^[31],提高管道建立的效率和质量。全国和全球网络外部性能够为城市注入新的思想、技术和知识^[31, 37-38],增强企业活力和创新性,促进蜂鸣的自我更新和累积强化^[31-32]。需要说明的是,网络的类型、尺度、结构以及城市的网络联系能力均会影响网络外部性的强弱^[15, 33]。因此,不同功能类型城市通过全国网络外部性和全球网络外部性得到的企业集中效益和城市内互动效益也存在差异^[41]。

2.3 基于电影产业的城市网络研究

伴随着劳动分工的深化,基于产业链分工协作的企业间联系成为城市间经济联系的主要形式,并深刻影响着城市跨尺度功能的演变。受限于企业间联系数据获取困难,相关研究数量较少。直到近几年,相关研究才开始显现^[42-44],尤其是电影产业的每一部电影都提供了企业跨地理空间的产业链分工信息,为研究基于企业间联系的城市网络尤其是向更大的空间维度拓展提供了可能。相比于制造业等行业以生产这一单一环节为核心且高度固定化的组织方式^[18],电影产业具有独特的生产组织逻辑:① 电影产品的数字化程度较高^[19],城市(企业)间产业链分工主要基于功能协同,对地理邻近的依赖性相对较低;② 基于临时项目的方式开展出品、制作、发行环节高度网络化的分工联系^[120],各环节联系均跨越地方、全国、全球多个尺度,临时项目的实施对城市内和城市间网络均有较强依赖^[12, 42, 44];③ 除生产制作外,融资出品、推广发行等环节对电影产品的质量和消费也具有重要作用;④ 一个城市(企业)可以同时具备参与多个环节的功能。

出品、制作、发行环节具有差异化的生产特征和要素需求。电影出品要求较高的金融资本投入,同时存在较高的风险^[19-20]。电影制作是资本、技术、创意、人才等要素密集的环节,要求较高的集聚生产能力。电影发行则需要有效的影片定位与包装技术、宣传营销策略、档期排映技术^[18],以获得更广泛的传播与消费。城市在不同环节的功能是其参与多尺度产业链联系网络能力的综合体现。已有电影产业网络研究中,国内学者主要基于产业链一个或多个环节的联系进行地方、全国、全球等尺度的城市网络结构刻画^[17-19, 42, 44]。国外研究集中在欧美发达国家,多以特定电影产业集群为例^[45-46],探究集群内部互动和集群与外部市场的联系在集群知识创造、经济增长中的作用。但城市在多尺度电影产业链联系网络中的功能类型及跨尺度网络功能之间的关联效应还鲜有研究。

2.4 研究思路

综合来看,已有研究多关注城市网络功能识别与类型划分,但对多尺度网络功能关联关注不足,仅少数探究了跨尺度网络功能关联效应,主要发现城市内部集聚能力与城市对外辐射能力之间存在正向关联效应,不同尺度的城市对外功能联系之间也存在一定相互作用。但也存在以下不足:① 需要强化在基于产业链分工的企业间联系下的城市跨尺度网络功能关联效应探究,企业内部联系无法揭示产业链分工联系如何影响跨尺度网络功能关联效应。② 行业类型有待拓展,不同行业企业联系下的城市网络功能存在差异,尤其是以电影产业为代表的文化产业企业联系下的城市跨尺度功能关联是怎样的?

目前中国电影产业正处于黄金发展期,中国也正由电影大国向电影强国转变。电影产业链分工愈加灵活复杂和交易密集,能够较好地识别城市在多尺度分工协作中的功能

① 完整的电影产业链涵盖了出品、制作、发行、营销推广、放映和衍生品开发等环节^[17-18],其中营销推广、放映和衍生品开发环节缺少客观、统一的数据来源,故不在本文研究范围内。

演变,且有助于进一步明晰产业链不同环节联系下跨尺度功能之间呈现怎样的关联效应。基于以上,本文研究思路为:首先,依据地方、全国、全球多尺度电影产业链网络联系,基于多尺度和产业链相结合的视角划分城市功能类型分析城市功能演变;其次,探究不同功能类型城市的多尺度网络功能关联效应及演变特征,在此基础上探究产业链环节对城市跨尺度网络功能关联效应的影响;最后,为不同功能类型城市提升本地集聚能力以及参与多尺度对外分工协作提供分类指导建议。

3 数据来源与研究方法

3.1 数据来源

中国电影的市场化运营始于2002年6月的电影院线制改革^[17],2010年中国电影“走出去”国家战略被提出,此后与其他国家签订的电影合拍协议逐渐增多。2003—2010年和2011—2019年代表了中国电影产业发展的两个典型阶段:产业化初期和市场化快速发展期^②。因此,本文根据猫眼专业版的电影评分排名选取了2003—2010年和2011—2019年各年度中国(未含港澳台)排名前30、中国香港排名前10、中国台湾排名前10的电影作为研究样本(澳门数据暂缺)。从猫眼专业版官网、1905中国电影网、IMDb等平台获取每部电影的出品企业、制作企业和发行企业名录,结合天眼查平台、百度地图获取电影企业所在城市。剔除信息不完整的电影后,共获得有效电影546部。546部有效电影的猫眼影评大多集中于8.0~9.7,两阶段电影样本票房分别占中国电影总票房的79.43%和78.98%^③,一定程度上能较好地反映中国电影市场和电影生产活动的发展。

3.2 研究方法

3.2.1 多尺度网络联系矩阵构建 电影产业链出品、制作、发行环节的分工联系包括联合出品、联合制作、联合发行的横向联系,以及出品—制作、出品—发行、制作—发行的纵向联系^[18]。本文基于电影产业链横向联系和纵向联系构建2003—2010年和2011—2019年地方、全国、全球多尺度网络联系矩阵,各尺度联系矩阵构建步骤如下:

(1) 地方尺度。根据各部电影的出品企业、制作企业和发行企业名录,汇总得到参与每部电影出品、制作、发行的电影企业,进而构建两时期分别为 194×315 和 352×1086 的电影—企业矩阵 A_1 和 A_2 。根据企业所属城市,整理得到每个城市参与每部电影出品、制作、发行的电影企业数量,构建每个城市的电影—企业数量矩阵 A_{1i} (A_{2i})。如果城市 i 内两家电影企业同时参与了同一部电影出品、制作、发行中的同一环节,则它们之间发生了1次联合出品/联合制作/联合发行的横向联系,如果二者分别参与了出品、制作、发行中的两个不同环节,则它们之间发生了1次纵向联系。由此计算出每部电影生产中城市 i 内部的横向联系强度与纵向联系强度及二者相加后的总体联系强度,各电影项目生产中总体联系强度累积得到城市 i 内部总体联系的总强度 P_i 。

(2) 全国尺度。根据企业所属城市,由两时期电影—企业矩阵 A_1 (A_2)整理得到出品、制作、发行环节的电影—城市矩阵分别为 B 、 C 、 D ,由此提取得到参与各部电影出品、制作、发行的电影企业中位于城市 i 的数量的列矩阵 B_i 、 C_i 、 D_i 。如果一部电影生产中,城市 i 和城市 j 分别有 m 家和 n 家电影企业同时参与了出品、制作、发行环节,则两城市之间发生了 $m \times n$ 次联合出品/联合制作/联合发行的横向联系;如果城市 i 和城市 j 分别有 p 家和 q 家电影企业参与了出品环节, r 家和 s 家电影企业参与了制作环节,则两城

② 综合中国电影产业政策的关键时间节点以及中国电影年度票房和中国电影年度产量进行划分。

③ 中国电影总票房指中国电影在国内市场的票房,不包括中国电影的国外市场票房以及进口电影的国内市场票房。

市之间发生了 $p \times s$ 次 i 出品— j 制作和 $r \times q$ 次 i 制作— j 出品的纵向联系, 同理可求得 i 出品— j 发行、 i 发行— j 出品、 i 制作— j 发行、 i 发行— j 制作的纵向联系强度。各部电影项目累积得到城市 i 与国内其他城市之间联合出品、联合制作、联合发行、 i 出品—其他城市制作、 i 制作—其他城市出品、 i 出品—其他城市发行、 i 发行—其他城市出品、 i 制作—其他城市发行、 i 发行—其他城市制作的联系强度的行矩阵 E_{ilc} 、 E_{ilz} 、 E_{ilf} 、 E_{icz} 、 E_{ize} 、 E_{icf} 、 E_{ife} 、 E_{icf} 、 E_{ife} , 各城市以上行矩阵汇总得到国内城市间联合出品、联合制作、联合发行、出品—制作、出品—发行、制作—发行联系矩阵 N_{lc} 、 N_{lz} 、 N_{lf} 、 N_{cz} 、 N_{ze} 、 N_{cf} 、 N_{fe} 、 N_{zf} 、 N_{fe} , 进而相加得到国内城市间总体联系矩阵 N 。

(3) 全球尺度。由两时期电影—企业矩阵 A_1 (A_2) 整理得到参与各部电影出品、制作、发行的国外电影企业数量列矩阵 X 、 Y 、 Z , 三者的转置矩阵和 B 、 C 、 D 相乘可得到国内外城市联合出品、联合制作、联合发行及国内城市出品—国外城市制作、国内城市制作—国外城市出品、国内城市出品—国外城市发行、国内城市发行—国外城市出品、国内城市制作—国外城市发行、国内城市发行—国外城市制作的联系矩阵 G_{lc} 、 G_{lz} 、 G_{lf} 、 G_{cz} 、 G_{ze} 、 G_{cf} 、 G_{fe} 、 G_{zf} 、 G_{fe} , 相加得到全球尺度总体联系强度矩阵 G 。

3.2.2 多尺度网络功能与产业链功能测度 本文以城市在地方、全国、全球尺度网络中的加权重中心度测度其在多尺度网络中的功能^[2]。由上述多尺度网络联系矩阵可计算得到城市 i 在各尺度产业链总体联系网络中以节点间联系强度为权重的加权重中心度 P_i 、 N_i 、 G_i , 以此测度其在总体联系下的地方功能、全国功能和全球功能^④, 地方功能反映了城市内产业链互动能力, 全国功能和全球功能反映了城市在不同尺度的对外联系能力。由城市 i 在各尺度联合出品、联合制作、联合发行、出品—制作、制作—出品、出品—发行、发行—出品、制作—发行、发行—制作联系网络中的加权重中心度计算得到出品、制作、发行环节下城市 i 在各尺度网络中的功能, 各尺度累加得到城市 i 在多尺度网络中的出品、制作和发行功能。地方、全国和全球功能的总和与出品、制作和发行功能的总和大小相等, 均为城市总功能。以出品功能为例, 计算公式如下:

$$C_i = P_{ci} + N_{ci} + G_{ci} \quad (1)$$

$$P_{ci} = P_{ilc} + \frac{1}{2}P_{icz} + \frac{1}{2}P_{icf} \quad (2)$$

$$N_{ci} = N_{ilc} + N_{icz} + N_{icf} \quad (3)$$

$$G_{ci} = G_{ilc} + G_{icz} + G_{icf} \quad (4)$$

式中: C_i 为城市 i 的出品功能; P_{ci} 、 N_{ci} 、 G_{ci} 分别为出品环节下城市 i 的地方、全国、全球功能; P_{ilc} 、 P_{icz} 、 P_{icf} 分别为城市 i 内部联合出品、出品—制作、出品—发行的联系强度; N_{ilc} 、 N_{icz} 、 N_{icf} 、 G_{ilc} 、 G_{icz} 、 G_{icf} 分别为全国尺度/全球尺度下城市 i 在联合出品、出品—制作、出品—发行网络中的加权重中心度, 分别代表 i 在相应尺度下与其他城市联合出品、 i 出品—其他城市制作、 i 出品—其他城市发行的总联系强度。制作功能 Z_i 、发行功能 F_i 的计算方法与出品功能 C_i 相同。

3.2.3 城市功能类型划分 本文基于多尺度和产业链的综合视角划分城市在多尺度产业链联系网络中的功能类型, 划分过程包括 3 步: 首先, 借鉴产业多样化计算方法, 运用 Frenken 提出的熵指数法构建尺度功能多样化指数和产业链功能多样化指数^[47], 测度每个城市的尺度功能多样化程度和产业链功能多样化程度。计算公式如下:

$$VAR_Scale = \sum_{i=1}^3 S_i \ln(1/S_i) \quad (5)$$

④ 本文中的全球功能仅代表国内城市在中国电影出品、制作和海外发行中与国外城市所建立的产业链联系。

$$VAR_Link = \sum_{i=1}^3 L_i \ln(1/L_i) \quad (6)$$

式中： VAR_Scale 和 VAR_Link 分别为尺度功能多样化指数和产业链功能多样化指数，指数越大说明多样化水平越高； S_i 为地方功能、全国功能和全球功能在城市总功能中的占比； L_i 为出品功能、制作功能和发行功能在城市总功能中的占比。

其次，运用自组织特征映射网络（Self-Organizing Feature Map, SOFM）模型对城市进行聚类分析。SOFM属于非监督分类的人工神经网络，模拟大脑皮层的竞争（抑制）原理，能够将输入层的高维度数据映射到竞争层的低维度数据^[48]。与输入层神经元距离最小的竞争层神经元为获胜单元，通过调整获胜单元及其邻域单元的权值^[28]，多次迭代后得到最终聚类结果，能够提高分类的客观性和科学性。通过Matlab 2016b中的Neural Net Clustering模块构建SOFM网络，根据尺度功能多样化指数、产业链功能多样化指数、城市总功能大小、尺度细分功能大小（地方功能、全国功能和全球功能）、产业链细分功能大小（出品功能、制作功能和发行功能）9个维度的指标对城市进行聚类分析。2003—2010年和2011—2019年输入层分别为 9×30 （指标维度 \times 城市数量）和 9×58 的矩阵，训练次数设置为1000次，经多次试验对比，两阶段聚类数量分别设置为4类和5类。最后，结合聚类时所基于的9个维度指标对聚类类型进行命名。

3.2.4 跨尺度网络功能关联效应测度 地理探测器是一种探测地理现象的空间分异性并揭示其背后驱动力的统计模型^[49]。其核心思想基于以下假设：如果某自变量对某因变量有影响，那么自变量与因变量应该具有相似的空间分布。本文运用地理探测器中的因子探测模块来分析城市内企业集中（以城市内电影企业数量测度）和地方功能与全国功能和全球功能之间，以及企业集中与地方功能之间相互影响的解释程度。地理探测器要求自变量为离散变量，因此运用自然间断点分级法将上述变量分为2~3级。因子探测是指探测某一自变量对因变量空间分异性的解释力度，以 q 值度量，以此测度跨尺度功能关联指数的大小，并结合Pearson相关系数判断关联指数的正负向，表达式如下：

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \delta_h^2}{N \delta^2} = 1 - \frac{SSW}{SST} \quad (7)$$

式中： $h = 1, 2, \dots, L$ 为因子 X 或因变量 Y 的分层； N 和 N_h 分别为全区和层 h 的单元数； δ^2 和 δ_h^2 分别为全区和层 h 的因变量 Y 的方差； SSW 和 SST 分别为层内方差之和与全区总方差。 q 取值范围为 $[0, 1]$ ， q 值越大表明因子 X 对因变量 Y 的解释力越高，反之越低。

4 城市跨尺度网络功能分化及关联效应演变

4.1 基于多尺度产业链联系的城市功能分化

4.1.1 城市功能类型划分 在SOFM聚类基础上，将2003—2010年的4种聚类和2011—2019年的5种聚类均按照城市总功能大小的均值进行降序排列，依次记为类型 $I_1 \sim IV_1$ （表1）和类型 $I_2 \sim V_2$ （表2），结合每种聚类在尺度功能多样化、产业链功能多样化、城市总功能、尺度细分功能和产业链细分功能方面的特征，进行聚类类型的命名（表3）。具体如下：运用自然间断点分级法将功能多样化指数及归一化处理后的总功能和细分功能均划分为5个层级，对应“强”“较强”“一般”“较弱”“弱”5种级别。其中产业链功能多样化指数的级别在“一般”及以上，属于“多样化”型；级别为“较弱”，属于“复合化”型；级别为“弱”，属于“单一化”型。地方功能、全国功能和全球功能的级别均为

表 1 2003—2010 年不同类型城市的功能多样化指数与细分功能均值

Tab. 1 Average diversification indexes and subdivisions of functions by city clusters from 2003 to 2010

聚类类型	VAR_Scale	VAR_Link	T_i	P_i	N_i	G_i	C_i	Z_i	F_i
类型 I ₁	0.993	1.086	5130.5	878	2345	1907.5	1668.3	1575.8	1886.5
类型 II ₁	0.552	1.057	283.1	7	215.1	61.0	120.2	87.8	75.2
类型 III ₁	0.402	0.583	51.5	0	41.6	9.9	26.4	24	1.2
类型 IV ₁	0.133	0.077	4.1	0.1	3	1	1.2	1.7	1.2

注: VAR_Scale 、 VAR_Link 、 T_i 、 P_i 、 N_i 、 G_i 、 C_i 、 Z_i 、 F_i 依次为尺度功能多样化指数、产业链功能多样化指数、城市总功能、地方功能、全国功能、全球功能、出品功能、制作功能、发行功能,颜色灰度从深到浅依次表示“强”“较强”“一般”“较弱”“弱”,表2同。

表 2 2011—2019 年不同类型城市的功能多样化指数与细分功能均值

Tab. 2 Average diversification indexes and subdivisions of functions by city clusters from 2011 to 2019

聚类类型	VAR_Scale	VAR_Link	T_i	P_i	N_i	G_i	C_i	Z_i	F_i
类型 I ₂	0.741	0.988	14480.3	2236	9398.5	2845.8	7820.8	2981.9	3677.6
类型 II ₂	0.452	0.756	1419.4	23.2	1214.5	181.7	962.1	150	307.4
类型 III ₂	0.419	0.767	345.3	0.8	290.3	54.2	240.0	44.1	61.3
类型 IV ₂	0.406	0.485	146.5	0.1	125.9	20.5	116.8	28.7	1.1
类型 V ₂	0.227	0.080	31.4	0	28.5	2.9	28.5	2.5	0.3

表 3 基于多尺度产业链网络联系的城市功能类型划分

Tab. 3 Classification of urban functions based on network connections of multi-scale industrial chains

功能类型	2003—2010 年	2011—2019 年
多样化核心型	北京、香港	北京、上海、香港、天津
多样化枢纽型	上海、台北、广州、深圳、金华、西安、杭州、武汉	霍尔果斯、金华、杭州、广州、深圳、无锡、青岛、南京、成都、台北
多样化节点型	—	长沙、西安、福州、合肥、重庆、嘉兴、宁波、武汉、乌鲁木齐、石家庄、昆明、郑州、拉萨
复合化节点型	出品—制作型:成都、佛山、南京、天津、太原、长春、银川、绍兴 制作—发行型:长沙、重庆	出品—制作型:厦门、廊坊、扬州、济南、珠海、长春、呼和浩特、贵阳、苏州、秦皇岛、南昌、大连、银川、承德 出品—发行型:山南、喀什、沈阳
单一化边缘型	出品型:哈尔滨、呼和浩特、青岛、郑州 制作型:九江、济南、厦门、石家庄 发行型:乌鲁木齐、苏州	出品型:佛山、鄂尔多斯、东莞、徐州、海口、盐城、新余、绍兴、中卫、澳门、南平、常州 制作型:芜湖、保定

“强”,属于“核心”型;全国功能和全球功能的级别为“较强”,地方功能的级别为“较强”或“一般”,属于“枢纽”型;全国功能的级别为“一般”,全球功能和地方功能的级别均在“一般”及以下,属于“节点”型;地方功能、全国功能和全球功能的级别均为“弱”,属于“边缘”型。

类型 I (多样化核心型): 包括类型 I₁和 I₂, 两阶段该类型城市产业链功能多样化指数分别为 1.086 和 0.988, 级别均为“强”;地方、全国和全球功能的级别均为“强”,定义为多样化核心型城市。该类型城市拥有强大的金融资本、集聚生产和市场推广能力,以及地方集聚、全国辐射和全球门户功能,是多尺度产业链联系网络中的核心城市。类型 II (多样化枢纽型): 包括类型 II₁和 II₂, 两阶段该类型城市产业链功能多样化指数分别为 1.057 和 0.756, 级别均为“较强”;全国功能和全球功能的级别均为“较强”,地方功能

级别均在“一般”及以上,定义为多样化枢纽型城市。该类型城市数量小幅增长,组成有明显变动。类型Ⅲ(多样化节点型):包括类型Ⅲ₁,前一阶段未出现该类型,后一阶段该类型城市产业链功能多样化指数为0.767,级别为“较强”;全国功能的级别为“一般”,全球功能和地方功能的级别分别为“一般”和“弱”,定义为多样化节点型城市。该类型城市绝大多数为具有较高行政等级的副省级城市和省会城市,少数为拥有大型影视基地的城市(嘉兴)。

类型Ⅳ(复合化节点型):包括类型Ⅲ₁和Ⅳ₂,两阶段该类型城市产业链功能多样化指数分别为0.583和0.485,级别均为“较弱”;全国功能的级别为“一般”,全球功能和地方功能的级别分别为“较弱”和“弱”,定义为复合化节点型城市。在出品、制作和发行功能中选取级别较高的两个环节,可进一步命名得到出品—制作型、制作—发行型和出品—发行型3小类城市。数量上,出品—制作型城市占比均在80%及以上且增长最快,制作—发行型城市有所减少,少数出品—发行型城市出现于后一阶段。组成上,前一阶段多数为省会城市,后一阶段还包括半数左右具备政策(山南和喀什),区位(位于三大城市群的廊坊、秦皇岛、承德、扬州和珠海)和影视基地资源(苏州)等优势的中小城市。类型Ⅴ(单一化边缘型):包括类型Ⅳ₁和Ⅴ₂,两阶段该类型城市产业链功能多样化指数分别为0.077和0.080,级别分别为“较弱”和“弱”,其中类型Ⅳ₁多数城市仅一个环节的功能大于0;地方功能、全国功能和全球功能的级别均为“弱”,定义为单一化边缘型城市。在出品、制作和发行功能中选取级别较高的一个环节,可进一步命名得到出品型、制作型和发行型3小类城市。数量上,前一阶段3小类城市数量较为均衡,后一阶段出品型城市数量增长明显,占比为85.71%,制作型和发行型城市数量有所减少。组成上,前一阶段除苏州和九江外,均为副省级城市和省会城市,后一阶段除海口和澳门外,均为中东西部的中小城市。

4.1.2 城市功能演变 进一步分析各类型城市在各环节下的地方功能、全国功能和全球功能。各环节下不同尺度功能大小(图1)可以反映电影企业更倾向于开展城市内联系还是不同尺度的城市间联系,也体现了不同尺度功能联系在电影产业链分工协作中的重要性。不同环节的功能大小则反映了城市参与程度的差异。发现:①各类型城市的全国功能在多尺度功能中均占据主导地位,其次是全球功能,地方功能强度最低,说明城市内联系对产业链分工协作的贡献程度相对低于城市间联系,这与已有研究结果一致^[42, 44]。城市内联系可以降低交流成本,但不同环节所需的取景地、资金技术、专业人才等互补性资源多需要通过城市间联系来获取。从单一化边缘型到多样化核心型的等级提升过程中,城市在全国功能基础上逐渐具备参与全球联系和地方集聚的能力,一定程度上体现了“全国→全球→地方”的多尺度功能发展规律。②各类型城市的出品功能明显高于制作和发行功能,且复合化节点型和单一化边缘型城市在出品环节的功能集中度明显高于多样化型城市。一方面,随着中国电影产业商业化和金融化深入,出品环节的高投资和高风险特征增加了其对参与主体的数量需求;另一方面,制作和发行环节对生产要素具有较高要求,同时核心与枢纽型城市向各环节不断扩张,加大了中小城市进入的门槛。因此,出品成为参与的企业和城市数量最多且联系强度最高的环节,也是中小城市嵌入多尺度网络的重要方式,体现了城市网络的“俱乐部”特征。

综合来看,城市在多尺度网络中的功能演变分化明显(图2)。①多数城市(45个,占比73.77%)的功能类型等级有所提升,主要表现在两个方面:一是网络原有城市中单一化边缘型向复合化节点型(4个)、多样化节点型(3个)和多样化枢纽型(1个)转变,复合化节点型向多样化节点型(2个)、多样化枢纽型(2个)和多样化核心型(1

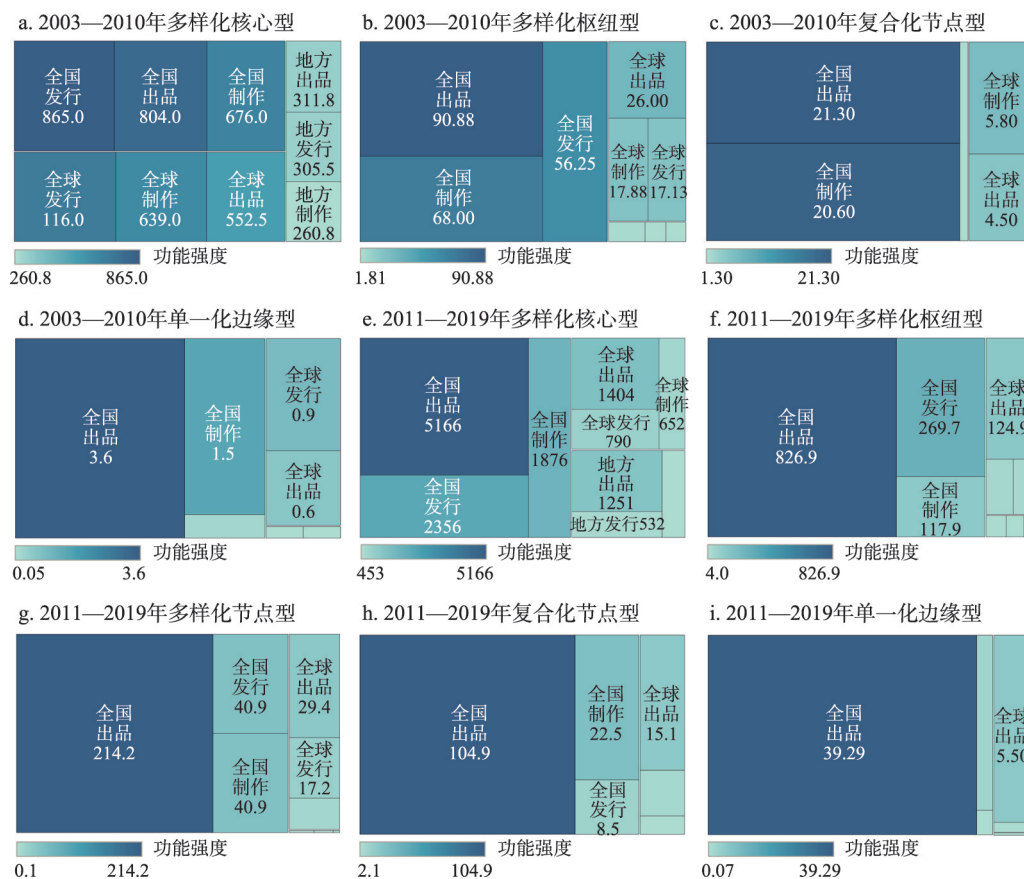


图1 各类型城市的尺度与产业链细分功能

Fig. 1 Elaboration on subdivisions of scale functions and industrial chain functions of different types of cities

个) 转变, 以及多样化枢纽型向多样化核心型(1个) 转变。说明这些城市的尺度功能和产业链功能的大小及多样化程度均逐渐提高。其中上海和天津分别由多样化枢纽型和复合化节点型转变为多样化核心型城市, 成为后一阶段多尺度网络的次核心城市。二是前一阶段网络之外的31个城市融入, 其中17个中小城市多呈现为复合化节点型中的出品—制作型和单一化边缘型中的出品型。它们多在金融驱动下以联合出品电影的方式嵌入全国网络, 但全球功能较弱, 企业集中程度很低, 也尚未形成地方联系。具有行政等级或税收政策或影视基地优势的福州、合肥、宁波等8个城市, 呈现为多样化节点型和多样化枢纽型。其余贵阳、南昌、海口等6个城市呈现为复合化节点型和单一化边缘型。较为特殊的是后一阶段跻身多样化枢纽型城市行列的新疆霍尔果斯口岸, 以及复合化节点型城市中的山南和喀什。它们主要基于税收优惠政策吸引了相当数量的电影企业在此注册, 但缺少企业实体入驻, 也很少参与电影实际生产过程, 主要与其他城市进行出品和发行环节的金融联系。因此较高的功能类型等级并不能反映它们在多尺度网络中实际形成的城市内与城市间电影生产联系, 也难以有效发挥对当地电影产业发展的促进作用。这类城市的出现反映了金融资本对电影生产网络组织结构及城市网络功能的重要影响。② 少部分城市(9个, 占比14.75%) 保持原有功能类型, 主要为多样化核心型和多样化枢纽型城市, 尤其是北京在多尺度网络中占据稳固的主核心地位。③ 另有少部分城市(7个, 占比11.48%) 的功能类型等级有所下降, 其中西安和武汉由多样化枢纽型转变为

多样化节点型，哈尔滨、九江和太原则退出多尺度网络。

4.2 不同城市功能类型下的跨尺度网络功能关联效应演变

本文运用地理探测器计算两阶段产业链总体联系下，各类型城市的跨尺度网络功能关联指数（图3），结果显示：① 对于多样化核心&枢纽型城市^⑤，前一阶段除全国功能对地方功能的影响不显著外，其他关联指数均显著；后一阶段企业集中和地方功能之间由相互促进关系转变为非对称影响，即地方功能对企业集中存在正向影响，而企业集中对地方功能的影响不再显著。企业集中与全国功能和全球功能之间仍具有相互的正向影响。地方功能对全国功能具有促进作用，与全球功能之间的关联不再显著。② 对于多样化节点型城市，后一阶段各关联指数均不显著。③ 对于复合化节点型和单一化边缘型城市，前一阶段两类城市的企业数量较少（多为1~5家），企业间产业链联系也很薄弱（联系强度多为0和1），各关联指数均不显著。后一阶段复合化节点型城市的全国功能对企业集中具有较弱的正向影响（关联指数为0.291），单一化边缘型城市仍未表现出显著的关联效应。

对于多样化核心&枢纽型城市，① 企业集中和地方功能之间的关联：在两个阶段城市内密切产业链互动下的“本地蜂鸣”均有助于集群知识生产和创新发展，并吸引更多电影企业集中。企业集中对城市内产业链联系的影响与集群发展阶段有关。前一阶段企业集中的集聚效应一方面通过增加合作伙伴数量来有效支撑企业间结网互动，另一方面地理邻近有助于营造合作氛围（如影视产业园区），刺激电影创意等缄默知识的交流，促进企业间联系。后一阶段集群发展趋于成熟，受组织、社会、技术等其他邻近性影响，企业集中对企业间联系的促进作用不再显著。② 企业集中与全国功能和全球功能之间的关联：电影产业链联系由临时项目联系累积而成，具有较强的可变性和偶然性。因此企业集中水平的提高可以带来更多参与全国和全球联系的机会。同时，全国和全球功能联系的提升也能够反过来促进企业集中。一方面，全国和全球网络外部性带来的知识、技术溢出有助于提高城市竞争力；另一方面，在“声誉溢出”的作用下，城市较强的全国和全球联系能力能够增加电影企业设立于此的可能性，其中全球功能联系的促进作用更强。③ 地方功能与全国功能和全球功能之间的关联：城市内广泛密切的产业链互动能够促进城市间联系中的知识流动和信息传播，提高城市间联系效率和质量；同时也增加了通过全国和全球联系获取新知识的需求，因此对全国辐射力和全球竞争力均具有正向效应。前一阶段全国和全球功能联系对城市内互动的影响分别为不显著和显著。这是由于两种尺度功能联系中的知识复杂性和多样性存在差异，进而影响了网络外部性的效用。

⑤ 由于多样化核心型城市数量较少，故将其与多样化枢纽型城市合并为一组进行地理探测，下同。

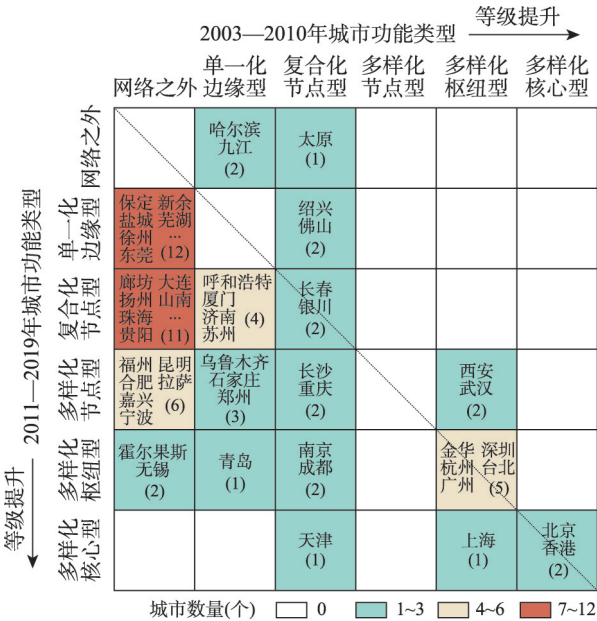
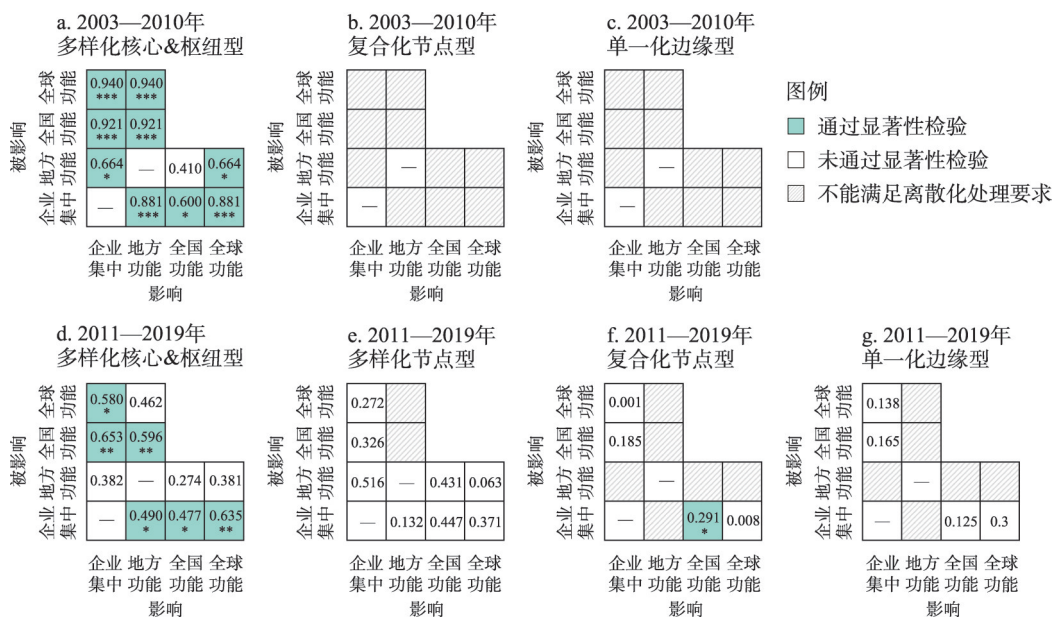


图2 城市功能类型演变矩阵

Fig. 2 Evolution matrix of urban functional types



注：*、**、***分别为0.1、0.05、0.01的显著性水平。

图3 不同城市功能类型下的跨尺度功能关联指数

Fig. 3 Cross-scale functional correlation indexes from the perspective of different types of urban functions

多样化核心&枢纽型城市在全国联系中已处于“链主”地位，全球联系能使其吸收学习到更先进、多样的新创作理念、新制片技术和新发行经验，有助于地方互动的有效更新和强化。后一阶段集群发展更为成熟，全国功能联系对城市内互动的影响依然不显著，受企业规模等级、社会关系和已有合作经历等影响，全球功能联系对城市内互动的正向效应转变为不显著。对于复合化节点型城市，依托与多样化核心&枢纽型城市之间的规模借用效应，逐渐增强的全国网络外部性有助于企业集中。

4.3 不同产业链环节联系下的跨尺度网络功能关联效应演变

运用地理探测器计算两阶段各类型城市在出品、制作、发行单个环节的跨尺度网络功能关联指数，结果显示（图4），单个环节的跨尺度功能关联效应差异明显。前一阶段：多样化核心&枢纽型城市在制作和发行环节的关联效应显著情况与总体联系一致，显著的关联指数个数为总体=制作=发行>出品，且出品环节的关联指数也低于制作和发行环节。与总体联系一致，其余类型城市单个环节的关联指数均不显著。后一阶段：多样化核心&枢纽型城市单个环节的关联效应显著情况与总体联系均不一致，显著的关联指数个数为出品>制作=总体>发行，且出品和制作环节的关联指数也高于发行环节。两阶段对比发现，部分关联指数的显著情况未变化，即地方功能和全球功能对企业集中的正向影响，以及地方功能和全国功能之间的非对称影响（仅地方功能对全国功能存在正向影响）在各环节及总体联系下均具有稳定的显著性。显著情况变化的关联指数中，一是企业集中和全球功能在前一阶段制作和发行环节对地方功能具有正向效应，在后一阶段各环节均不显著；二是地方功能在前一阶段各环节对全球功能均具有促进作用，在后一阶段发行环节不再显著；三是全国功能对企业集中的正向影响在前一阶段各环节均显著，后一阶段仅在出品环节显著。企业集中对全国功能和全球功能的影响在后一阶段发行环节不再显著。对于多样化节点型和复合化节点型城市，企业集中于后一阶段在出品

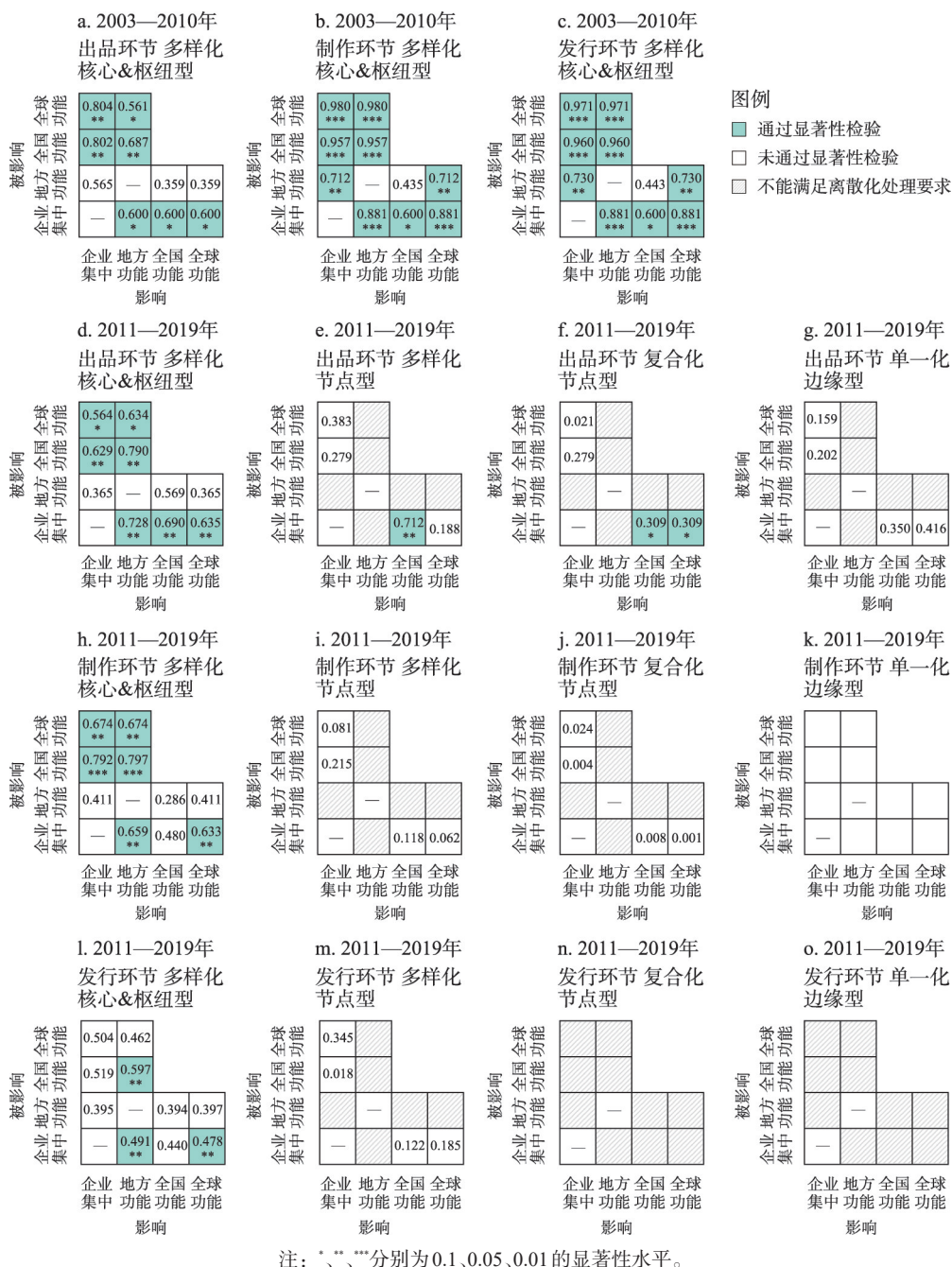


Fig. 4 Cross-scale functional correlation indexes from the perspective of different types of film industrial chain connections

环节分别受到全国功能、全国功能和全球功能的促进作用，但均未能反过来显著影响全国功能和全球功能，在制作和发行环节均无显著关联。单一化边缘型城市在单个环节的关联指数均不显著。

对上述跨尺度功能关联结果的解释分析如下：①对于多样化核心&枢纽型城市，制作和发行环节的知识流动、技术合作和创意交流比出品环节更核心和密集，所产生“蜂

鸣”的质量和网络外部性的强度也更高,因此在前一阶段形成了更显著和密切的关联效应。后一阶段,在金融资本驱动下,电影出品逐渐发展为网络规模最大和强度最高的环节,功能关联效应的显著性稳定、强度相对提高且与制作环节相当。制作环节的核心优势稳固,功能关联效应的显著性较为稳定且强度较高。多样化节点型城市的兴起相对减弱了多样化核心&枢纽型城市在发行环节的功能优势程度及关联效应整体显著性。此外,在制作和发行环节,企业集中和全球功能对地方功能的正向影响不再显著,这一变化也受到前述集群发展阶段的影响;全国功能对企业集中的正向影响不再显著,这一变化说明随着集群发展趋于成熟,需要从全球联系中吸收学习多样化的新知识和新资源,以促进企业集中。② 多样化节点型和复合化节点型城市虽具备出品、制作和发行中三个或两个环节的功能,但仅在功能强度最高的出品环节具有逐渐显著的关联效应,表现为从全国和全球网络外部性中受益,进而促进企业集中。而企业集中和城市内产业链互动均较弱,尚未达到显著影响全国功能和全球功能的门槛。制作和发行环节尚未进入网络外部性驱动发展阶段,两类城市在高功能等级城市辐射带动下的受益并不显著。③ 单一化边缘型城市虽大多为出品型,但因功能发育水平较低而未在出品环节形成显著关联效应。

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 城市在地方、全国、全球多尺度和电影出品—制作—发行产业链联系网络中的功能分化明显,综合多尺度和产业链视角可划分为多样化核心、多样化枢纽、多样化节点、复合化节点和单一化边缘5种类型。多数城市的功能等级有所提升,少数城市的功能等级保持不变或有所下降,新增城市主要通过金融导向下的出品环节融入网络。

(2) 企业集中和城市内产业链互动共同反映的城市内部集聚能力与城市在不同尺度的对外联系能力之间具有动态关联效应,且存在城市功能类型分异和产业链环节分异。多样化核心&枢纽型城市的跨尺度功能动态关联效应较为显著,主要表现为城市内部产业链互动和全球尺度对外联系能力对企业集中的正向影响,以及城市内部产业链互动和企业集中对全国和全球尺度对外联系能力的正向影响,且较为稳定。多样化节点型和复合化节点型城市的跨尺度功能关联效应逐渐显著但较弱,单一化边缘型城市不显著。

(3) 多样化核心&枢纽型城市在各环节均具有显著的跨尺度功能关联效应,显著性高低和关联强弱因不同环节联系的网络结构和外部性大小而具有差异。多样化节点型和复合化节点型城市仅在出品环节具有逐渐显著的关联效应,表明中国电影产业正处于金融化和商业化发展阶段,金融资本驱动下的出品环节仍是较低功能等级城市通过网络外部性享受有限效益的主要渠道,而制作和发行环节尚未进入网络外部性驱动发展阶段。

(4) 区别于制造业等行业随地方集聚强化而逐渐对外辐射的过程,由边缘型到核心型的等级提升过程中,呈现出全国→全球→地方的多尺度功能发展特征,体现了电影产业链联系更多发生在城市间而非城市内的特点。由于全国网络中节点型和边缘型城市可直接与头部的核心型和枢纽型城市建立联系,而不必先关联其他城市,且核心型城市同时也承担着全球联系的门户功能,故尚未出现门户型城市。区别于制造业网络中城市以生产过程的不同价值环节而呈现出研发、生产、代工服务等类型,同一城市在电影产业链联系中往往参与融资出品、生产制作、推广发行多个环节,产业链功能随不同环节的功能组合而具有多样化、复合化和单一化的特点。相较于企业内部组织视角下的跨尺

度功能关联效应, 电影产业链联系网络中不仅同样呈现出具备多尺度功能优势的城市比功能单一的城市更显著的分异特点, 还表现出产业链功能多样化的城市整体上比复合化和单一化的城市更显著且环节间显著分异的特征。

5.2 讨论

基于本文研究结果, 有针对性地以下类型城市提供分类指导建议: ① 对于多样化核心&枢纽型城市, 依托功能完备的产业链条和相对成熟的影视集群, 一是应侧重强化电影制作环节的核心竞争力, 以电影制作引领带动城市内各环节联系中的资本交汇、技术交互、人才交流和创意交融。二是应积极与国外影视企业开展电影摄制、国际发行和投资出品的合作, 并从中吸收学习先进的电影创作知识和技术, 提高其在全球网络中的门户功能。三是应基于以上措施来强化企业集中优势和提升全国辐射引领力, 尤其是在制作和发行环节, 应提高对较低功能等级城市知识、技术、人才和创新溢出的范围与强度。② 对于多样化节点型和复合化节点型城市, 一方面, 在出品环节基础上, 应积极接受多样化核心&枢纽型城市的辐射带动, 有序强化制作和发行环节的对外功能联系, 进而从中获取更多效益并促进企业集中; 另一方面, 也应依托行政等级或特殊资源优势来优化自身文化生产环境, 吸引更多电影企业集聚。

本文不足之处及研究展望如下: ① 限于数据可获性, 主要围绕电影产业链上游的出品、制作环节和中游的发行环节展开探究, 未能将下游的营销和放映环节纳入研究。未来可拓展至全产业链, 同时对综合多尺度和产业链划分城市功能类型的方法进行改进。② 进一步补充完善全球电影数据, 更加全面地识别城市在全球尺度电影生产网络中的功能。③ 随着中国电影产业发展, 城市群尺度功能联系及其与企业集中和地方功能之间关联效应的研究有待强化。

关联数据信息: 本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 获取地址: <https://doi.org/10.3974/geodb.2023.09.04.V1>。

致谢: 真诚感谢3位匿名审稿专家提出的专业细致的宝贵意见, 使本文受益匪浅, 谨致谢忱!

参考文献(References)

- [1] Pan Fenghua, Fang Cheng, Li Xiande. The progress and prospect of research on Chinese city network. *Scientia Geographica Sinica*, 2019, 39(7): 1093-1101. [潘峰华, 方成, 李仙德. 中国城市网络研究评述与展望. *地理科学*, 2019, 39(7): 1093-1101.]
- [2] Zhao Xinzhen, Li Qiuping, Rui Yang, et al. The characteristics of urban network of China: A study based on the Chinese companies in the Fortune Global 500 list. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4): 694-709. [赵新正, 李秋平, 芮畅, 等. 基于财富500强企业网络的城市网络空间联系特征. *地理学报*, 2019, 74(4): 694-709.]
- [3] Liu Tao, Tong De, Li Guicai. City linkage based on city functional network: Taking Zhujiang River Delta as an example. *Scientia Geographica Sinica*, 2015, 35(3): 306-313. [刘涛, 仝德, 李贵才. 基于城市功能网络视角的城市联系研究: 以珠江三角洲为例. *地理科学*, 2015, 35(3): 306-313.]
- [4] He Canfei, Wang Wenyu, Zhu Shengjun. The industry spatial layout optimization in the new pattern of dual circulation in China. *Regional Economic Review*, 2021(4): 54-63. [贺灿飞, 王文宇, 朱晟君. “双循环”新发展格局下中国产业空间布局优化. *区域经济评论*, 2021(4): 54-63.]
- [5] Hu Guojian, Chen Chuanming, Jin Xingxing, et al. Research progress of networking of urban systems in China. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(4): 681-693. [胡国建, 陈传明, 金星星, 等. 中国城市体系网络化研究. *地理学报*, 2019, 74(4): 681-693.]
- [6] Yang L J, Wang J, Yang Y C. Spatial evolution and growth mechanism of urban networks in western China: A multi-scale perspective. *Journal of Geographical Sciences*, 2022, 32(3): 517-536.
- [7] Wang Jiaoe, Jing Yue. Comparison of spatial structure and organization mode of inter-city networks from the

- perspective of railway and air passenger flow. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(8): 1508-1519. [王姣娥, 景悦. 中国城市网络等级结构特征及组织模式: 基于铁路和航空流的比较. *地理学报*, 2017, 72(8): 1508-1519.]
- [8] Zhen Feng, Wang Bo, Chen Yingxue. China's city network characteristics based on social network space: An empirical analysis of sina micro-blog. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(8): 1031-1043. [甄峰, 王波, 陈映雪. 基于网络社会空间的中国城市网络特征: 以新浪微博为例. *地理学报*, 2012, 67(8): 1031-1043.]
- [9] Ma Haitao. The theoretical construction and network simulation of intercity innovative relationships in knowledge flow space. *Acta Geographica Sinica*, 2020, 75(4): 708-721. [马海涛. 知识流动空间的城市关系建构与创新网络模拟. *地理学报*, 2020, 75(4): 708-721.]
- [10] Hu Guojian, Lu Yuqi. Progress, thoughts, and prospect of urban network research based on enterprise perspective. *Progress in Geography*, 2020, 39(9): 1587-1596. [胡国建, 陆玉麒. 基于企业视角的城市网络研究进展、思考和展望. *地理科学进展*, 2020, 39(9): 1587-1596.]
- [11] Zhao Miaoxi, Chen Chen. A comparison between airline passenger network and advanced producer service network in the urban system of China. *Urban Planning Forum*, 2011(2): 24-32. [赵渺希, 陈晨. 中国城市体系中航空网络与生产性服务业网络的比较. *城市规划学刊*, 2011(2): 24-32.]
- [12] Zhang Xu, Yu Fangzheng, Xu Liangjia. Spatial structure of urban networks in China based on the perspective of cultural industry enterprise networks. *Progress in Geography*, 2020, 39(1): 78-90. [张旭, 余方正, 徐良佳. 基于文化产业企业网络视角的中国城市网络空间结构研究. *地理科学进展*, 2020, 39(1): 78-90.]
- [13] Taylor P J, Evans D M, Pain K. Application of the interlocking network model to mega-city-regions: Measuring polycentricity within and beyond city-regions. *Regional Studies*, 2008, 42(8): 1079-1093.
- [14] Zhang X, Kloosterman R C. Connecting the 'workshop of the world': Intra-and extra-service networks of the Pearl River Delta city-region. *Regional Studies*, 2016, 50(6): 1069-1081.
- [15] Rozenblat C. Opening the black box of agglomeration economies for measuring cities' competitiveness through international firm networks. *Urban Studies*, 2010, 47(13): 2841-2865.
- [16] Li Yingcheng. A preliminary analysis on urban innovation network of metropolitan region and its characteristics. *City Planning Review*, 2019, 43(6): 27-33, 39. [李迎成. 大都市圈城市创新网络及其发展特征初探. *城市规划*, 2019, 43(6): 27-33, 39.]
- [17] Wen Hu, Zhang Qiangguo, Su Xu. Study on the city network based on value chain division of Chinese film industry. *Human Geography*, 2019, 34(2): 97-104. [文婷, 张强国, 粟旭. 基于中国电影产业价值链分工联系的城市网络研究. *人文地理*, 2019, 34(2): 97-104.]
- [18] Xin Xiaorui. Research on the network of film industry in economic geography [D]. Shanghai: East China Normal University, 2017. [辛晓睿. 经济地理学视域中电影产业的网络研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2017.]
- [19] Xin Xiaorui, Zeng Gang. China's film production industry based on the network structure. *Economic Geography*, 2019, 39(5): 119-127. [辛晓睿, 曾刚. 基于网络结构的中国电影制片业研究. *经济地理*, 2019, 39(5): 119-127.]
- [20] Liu Gang, Xin Xiaorui, Hai Junjiao, et al. Literature review on the network of film industry. *World Regional Studies*, 2017, 26(3): 124-133. [刘刚, 辛晓睿, 海俊娇, 等. 电影产业网络研究综述. *世界地理研究*, 2017, 26(3): 124-133.]
- [21] Wei Y, Wang J E, Zhang S H, et al. Urban positionality in the regional urban network: Through the lens of alter-based centrality and national-local perspectives. *Habitat International*, 2022, 126: 102617. DOI: 10.1016/j.habitatint.2022.102617.
- [22] Friedmann J. The world city hypothesis. *Development and Change*, 1986, 17(1): 69-83.
- [23] Sassen S. *The Global City: New York, London, Tokyo*. Princeton: Princeton University Press, 1991.
- [24] Castells M. *The Rise of Network Society*. Oxford: Blackwell, 1996.
- [25] Chen Wei, Xiu Chunliang. Re-cognition of the theoretical connotation of urban agglomeration in the new period. *Progress in Geography*, 2021, 40(5): 848-857. [陈伟, 修春亮. 新时期城市群理论内涵的再认知. *地理科学进展*, 2021, 40(5): 848-857.]
- [26] Zhao Ziyu, Wei Ye, Wang Shijun, et al. Measurement of directed alternative centrality and power of directed weighted urban network: A case of population flow network of China during "Chunyun" period. *Geographical Research*, 2017, 36(4): 647-660. [赵梓渝, 魏冶, 王士君, 等. 有向加权城市网络的转变中心性与控制力测度: 以中国春运人口流动网络为例. *地理研究*, 2017, 36(4): 647-660.]
- [27] Shen Wencheng, Li Peiqing, Yao Wenwen, et al. The structural characteristics and spatial organization pattern of China's urban network based on the multiple flow. *Geographical Research*, 2023, 42(2): 514-533. [沈文成, 李培庆, 姚雯雯, 等. 多重流空间视角下的中国城市网络空间结构特征及组织模式. *地理研究*, 2023, 42(2): 514-533.]

- [28] Sheng Kerong, Wang Liping, Sun Wei. Patterns and determinants of functional division of cities across product value chain in China. *Geographical Research*, 2020, 39(12): 2763-2778. [盛科荣, 王丽萍, 孙威. 中国城市价值链功能分工及其影响因素. *地理研究*, 2020, 39(12): 2763-2778.]
- [29] Wang Haijun, Zhai Lijun, Liu Yanfang, et al. Urban connection and function in Wuhan urban agglomeration based on multi-dimensional urban factor flows. *Economic Geography*, 2018, 38(7): 50-58. [王海军, 翟丽君, 刘艳芳, 等. 基于多维城市要素流的武汉城市圈城市联系与功能分析. *经济地理*, 2018, 38(7): 50-58.]
- [30] Wang Yifei, Zhang Weiyang. Functional differentiation of Chinese cities participating in the dual circulation: Chinese companies' global expansion perspective. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2448-2464. [王逸飞, 张维阳. 中国城市链接国内国际双循环的职能分异: 基于中资企业海内外扩展的视角. *地理研究*, 2022, 41(9): 2448-2464.]
- [31] Bathelt H, Malmberg A, Maskell P. Clusters and knowledge: Local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in Human Geography*, 2004, 28(1): 31-56.
- [32] Cao Zhan, Dai Liang, Yang Yu, et al. Knowledge collaboration patterns of Chinese cities and their impacts on knowledge output: An empirical study based the "buzz-and-pipelines" model. *Acta Geographica Sinica*, 2022, 77(4): 960-975. [曹湛, 戴靓, 杨宇, 等. 基于“蜂鸣—管道”模型的中国城市知识合作模式及其对知识产出的影响. *地理学报*, 2022, 77(4): 960-975.]
- [33] Cheng Yuhong, Su Xiaomin. Review on the urban network externalities. *Progress in Geography*, 2021, 40(4): 713-720. [程玉鸿, 苏小敏. 城市网络外部性研究述评. *地理科学进展*, 2021, 40(4): 713-720.]
- [34] Sun Dongqi, Lu Dadao, Sun Bindong, et al. From network description to network performance: Preface to the special issue 'Urban Network Externalities'. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2325-2329. [孙东琪, 陆大道, 孙斌栋, 等. 从网络描述走向网络绩效: “城市网络外部性”专辑序言. *地理研究*, 2022, 41(9): 2325-2329.]
- [35] Gao Peng, Ning Yuemin, He Dan. Spatial evolution and interaction effects of multi-scalar urban networks in the Yangtze River Delta. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(10): 1767-1777. [高鹏, 宁越敏, 何丹. 长三角地区多尺度城市网络空间演化及互馈效应研究. *地理科学*, 2022, 42(10): 1767-1777.]
- [36] Dong Guanpeng, Zhang Hang, Guo Yuchen. Urban network externality modelled through spatial econometric models. *Geographical Research*, 2023, 42(2): 495-513. [董冠鹏, 张航, 郭雨臣. 基于空间计量模型的城市网络外部性定量测度. *地理研究*, 2023, 42(2): 495-513.]
- [37] Yao Changcheng, Wu Kang. Agglomeration externalities, network externalities and urban innovation development. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2330-2349. [姚常成, 吴康. 集聚外部性、网络外部性与城市创新发展. *地理研究*, 2022, 41(9): 2330-2349.]
- [38] Cao Zhan, Zhu Shengjun, Dai Liang, et al. The impact of multidimensional proximity on the formation of regional innovative collaboration network: A case study of medical science institutions in the Jiangsu-Zhejiang-Shanghai region. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2531-2547. [曹湛, 朱晟君, 戴靓, 等. 多维邻近性对区域创新合作网络形成的影响: 基于江浙沪医学科研机构的实证. *地理研究*, 2022, 41(9): 2531-2547.]
- [39] Glückler J. Geography of reputation: The city as the locus of business opportunity. *Regional Studies*, 2007, 41(7): 949-961.
- [40] Lu Jun, Mao Wenfeng. The rise of urban network externalities: A new mechanism for the high-quality integrated development of regional economy. *Economist*, 2020(12): 62-70. [陆军, 毛文峰. 城市网络外部性的崛起: 区域经济高质量一体化发展的新机制. *经济学家*, 2020(12): 62-70.]
- [41] Ding Liang, Xu Zhiqian, Zhang Junshen, et al. Spatial heterogeneity of urban network externalities in the Yangtze River Delta. *Geographical Research*, 2022, 41(9): 2433-2447. [丁亮, 徐志乾, 章俊岫, 等. 长三角城市网络外部性的空间异质性. *地理研究*, 2022, 41(9): 2433-2447.]
- [42] Zhang X, Li Y J, Yuan Y B. Behind the scenes: The evolving urban networks of film production in China. *Urban Geography*, 2018, 39(10): 1510-1527.
- [43] Pan F H, Zhao S X B, Wójcik D. The rise of venture capital centres in China: A spatial and network analysis. *Geoforum*, 2016, 75: 148-158.
- [44] Wen H, Zhang Q G, Zhu S J, et al. Inter- and intra-city networks: How networks are shaping China's film industry. *Regional Studies*, 2021, 55(3): 533-545.
- [45] Bathelt H. Cluster relations in the media industry: Exploring the 'distanced neighbour' paradox in Leipzig. *Regional Studies*, 2005, 39(1): 105-127.
- [46] Vang- Lauridsen J, Chaminade C. Global- local linkages, spillovers and cultural clusters: Theoretical and empirical insights from an exploratory study of Toronto's Film Cluster. *Industry & Innovation*, 2007, 14(4): 401-420.

- [47] Frenken K, Van Oort F, Verburg T. Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 2007, 41(5): 685-697.
- [48] Mao Qi, Peng Jian, Liu Yanxu, et al. An ecological function zoning approach coupling SOFM and SVM: A case study in Ordos. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(3): 460-474. [毛祺, 彭建, 刘焱序, 等. 耦合 SOFM 与 SVM 的生态功能分区方法: 以鄂尔多斯市为例. *地理学报*, 2019, 74(3): 460-474.]
- [49] Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134. [王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望. *地理学报*, 2017, 72(1): 116-134.]

Evolution of urban cross-scale network function differentiation and correlation effect based on division of film industry chain

GUAN Haoming^{1,2}, ZHANG Xueying³, HAO Feilong^{1,2}, FENG Zhangxian^{1,2}

(1. School of Geographical Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, China;

2. Key Laboratory of Geographical Processes and Ecological Security in Changbai Mountains,

Ministry of Education, Northeast Normal University, Changchun 130024, China; 3. School of

Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract: Exploring the functional status and correlation effects of a city in the cross-scale networks has significant implications for enhancing its urban functions. In this paper, Chinese films whose revenue accounted for over 75% of value of the total box office revenue during the period 2003-2019 were selected as research samples. Then, the functional differentiation of cities in cross-scale networks encompassing the levels of local, national, and global significance, as well as the evolutionary characteristics of cross-scale network functional correlations among different types of cities, was explored based on film industry chains. The results showed that: (1) A significant urban functional differentiation, characterized as five types, was shown in the multi-scale networks of industrial chains, namely diversified core cities, diversified hub cities, diversified node cities, hybrid node cities, and singular peripheral cities. (2) Cities exhibited dynamic correlation effects among cross-scale network functions, with variations in urban functional types and industrial chain segments. Generally, this result would be more significant in cities with comprehensive scale functions and diverse industrial chain functions compared to those with relatively singular functions. (3) Diversified core and hub cities exhibited significant correlation effects across various segments, with differentiation in significance and correlation degree influenced by the network structure and externalities of each segment. Under financial impetus, the production segment served as the primary channel for diversified node and hybrid node cities to gradually enhance their enterprise concentration, thereby gaining limited benefits through network externalities. However, lower enterprise concentration levels and limited interactions of intra-city industrial chains failed to promote their integration into external networking. Singular peripheral cities, characterized by a low development level and a sole focus in scale function and industrial chain function, did not exhibit significant correlation effects.

Keywords: cross-scale correlation; urban function differentiation; urban network; film industry chain; evolution